



Procesos geomorfológicos y geodinámicos en la cuenca marina litoral de la zona de Moa*

Yudailin Rubio Hernández

Carrera: Ingeniería geológica.

Instituto Superior Minero Metalúrgico.

Resumen: El trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar los procesos que determinan la dinámica erosiva-acumulativa en el área y la influencia en ella de las actividades antropogénicas. Se emplearon los métodos morfométricos, de fotointerpretación geológica, trabajo de campo y estudio de la información topográfica. Paralelamente se utilizó la información geodésica, geomorfológica y geofísica de investigaciones precedentes. Se evaluaron las condiciones geomorfológicas de la cuenca marina litoral de Moa, cuya característica fundamental es su alta complejidad, determinada por los diferentes procesos geológicos que son condicionados por la tectónica del territorio al cual pertenece.

Palabras clave: Moa; morfotectónica; geodinámica; proceso antropogénico; litoral.

Geo-morphological and geodynamic processes in the coastal basin of Moa

Abstract: The objective of this investigation is to characterize the processes determining the erosive-cumulative dynamics in the area and the impact caused by anthropogenic activities. In order to achieve the objective, a series of geologic-geo-morphological methods were used; such as, the morphometric and geological photo interpretation methods, field work and soil survey. Geodesic, geo-morphological and geophysical data collected from previous investigations were also used. These investigations allowed the evaluation of the geomorphological conditions of the coastal basin of Moa; which is characterized mainly by a high complexity, determined by various geological processes that are conditioned by the tectonics of the territory.

Key words: Moa; morpho-tectonics; geo-dynamics; anthropogenic process; coast.

Introducción

La caracterización oceanográfica de la bahía Cayo Moa implica el estudio del funcionamiento de los mecanismos hidrológicos, dinámicos, la interacción con el océano adyacente, con los escurrimientos terrestres, con los parámetros y fenómenos meteorológicos predominantes en la región y eventos intensos, así como el factor estacionalidad.

En el desarrollo del estudio se han seguido las etapas de trabajo que conforman las investigaciones geomorfológicas:

1. Etapa preliminar
2. Trabajo de campo y experimental
3. Gabinete

El **problema** que justifica la presente investigación es la necesidad de realizar la caracterización de los procesos geodinámicos del área de estudio que permita realizar una correcta explotación de los recursos y uso de los servicios de los ecosistemas

existentes en la zona, de forma tal que se puedan mitigar los impactos causados por la actividad humana.

Para ello se parte del **objetivo**: caracterizar los procesos geológicos y geomorfológicos que caracterizan la dinámica erosiva-acumulativa en el área y la influencia en ella de las actividades antropogénicas.

Morfotectónica del área de estudio

Según los trabajos de Rodríguez (1998), la cuenca marina litoral forma parte de tres bloques morfotectónicos de la región: Cabaña, Moa y El Toldo, con intensidades y direcciones de desplazamientos diferenciados.

El bloque Cabaña, que ocupa la porción occidental del área de estudio, se orienta al noreste. La litología del basamento sobre la cual se sustenta la morfología del bloque está conformada por tobas de la formación Santo Domingo, las rocas del complejo ofiolítico y sobre ellos, en parches aislados, aparecen sedimentos parálicos y fluviales en la zona aledaña al litoral.

El relieve es de llanuras erosivas y erosivo-acumulativas en el área. Hacia el sur transicionan a submontañas ligeramente diseccionadas y otras de cimas aplanadas como corresponde al sector de Playa La Vaca. La red de drenaje es fundamentalmente de configuración dendrítica, aunque algunos sectores muestran un carácter alineado mostrando rasgos de control estructural del mismo. Los niveles de base de erosión están por debajo de los 40 m en el área de estudio y la disección vertical máxima es de 90 m/km² en las zonas aledañas a la cuenca marina litoral.

El sentido fundamental de los desplazamientos horizontales de este bloque fue establecido por Rodríguez (1998) como suroccidental, como se muestra en la Figura 1. En cuanto a los movimientos verticales se considera que este bloque se manifiesta en la actualidad como un bloque de mínimo ascenso o de descenso relativo, sin embargo, la constitución geológica de su superficie, dada mayoritariamente por las rocas cretácicas de la formación Santo Domingo y el complejo ofiolítico hacen suponer que esa no ha sido la tendencia desde el Mioceno Medio cuando se inicia el levantamiento general del territorio oriental, comportándose como una ventana tectónica, donde las formaciones terciarias y cuaternarias han tenido muy poco desarrollo o fueron

erosionadas, lo que sólo puede justificarse por períodos donde predominó el levantamiento.

El carácter oscilante y de gran movilidad para el bloque se manifiesta en la actualidad a través de las mediciones geodésicas de la línea geodinámica Moa, que muestran incluso que el bloque Cabaña, en su parte occidental y oriental, presenta movimientos diferenciados.

A este bloque se encuentra asociado Cayo Moa Grande, en el que se han manifestado los diferentes ciclos de inestabilidad tectónica y que muestra en su costa norte tanto elementos de erosión como de sedimentación.

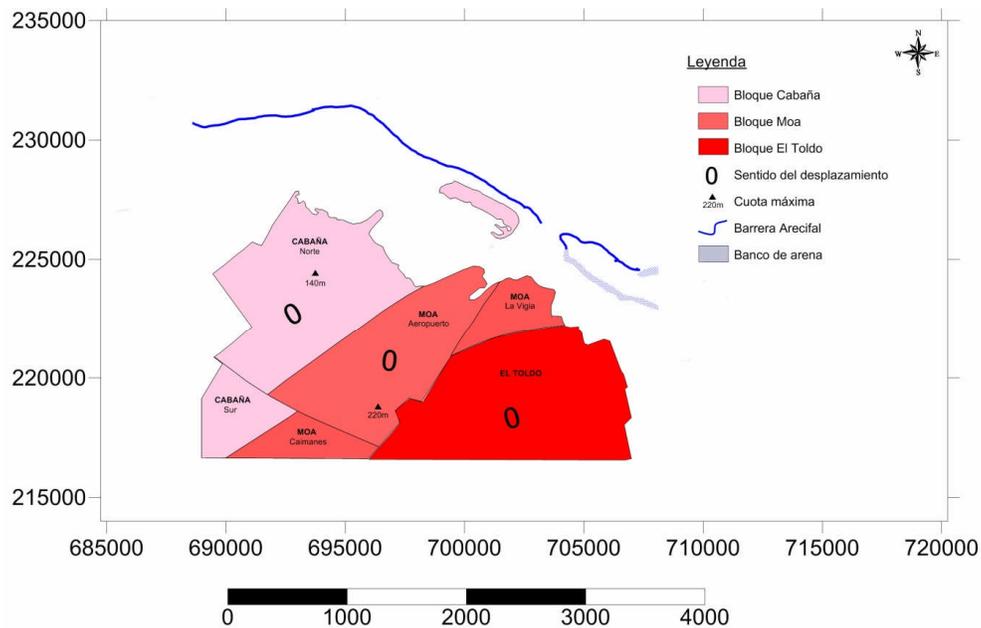


Figura 1. Mapa morfotectónico de Moa (Rodríguez, 1998).

El bloque Moa ocupa la parte central del área de estudio, aflorando en la mayor parte de su superficie las rocas del complejo ofiolítico y en el norte aparece una extensa área de desarrollo de sedimentos fluviales y palustres del Cuaternario.

Morfométricamente el bloque presenta características intermedias y contrastantes con las elevaciones máximas del este y el bloque Cabaña, lo que conjuntamente con los valores hipsométricos hace considerar al mismo un peldaño intermedio de transición

en la estructura escalonada regional. Por su parte los desplazamientos horizontales son de dirección noreste.

Este bloque es limitado en su parte occidental por la falla Cabaña que se prolonga por toda la cuenca marina litoral y corta incluso la barrera arrecifal. Dentro del mismo se han desarrollado trabajos ingenieriles que tienden a disminuir la colmatación de la dársena del puerto.

El bloque El Toldo ocupa la posición más oriental del área de estudio y a él corresponden los máximos valores del levantamiento relativo.

Litológicamente está conformado en superficie por las rocas del complejo máfico y ultramáfico de la secuencia ofiolítica, sobre las cuales predomina el relieve de montañas bajas de cimas aplanadas ligeramente diseccionadas. Hacia la parte norte se desarrollan, en un pequeño sector, premontañas aplanadas que transicionan a la llanura costera y marina.

Rodríguez (1998) señala que los parámetros morfométricos para este bloque son los más relevantes para la región, lo cual es un factor a tener en cuenta al valorar la dinámica erosiva-acumulativa en la cuenca marina, al marcar un límite tectónico para los aportes de sedimentos y desagüe de las aguas de las tierras emergidas.

La prolongación de la falla La Veguita hacia el extremo occidental de este bloque en la parte norte marca el límite entre la barrera arrecifal y el banco de arena formado en los sectores en que esta se ha destruido, lo que constituye un índice de los movimientos diferenciales entre los bloques.

Características de la cuenca marina litoral

La cuenca marina litoral de la zona de Moa constituye un acuatorio separado del océano Atlántico por una barrera coralina de bajos fondos que limita el intercambio de las aguas. La barrera arrecifal presenta varios canales de acceso en la región, a través de los cuales se canalizan las aguas oceánicas adyacentes y constituyen la principal vía de comunicación con mar abierto. En el área de estudio se encuentra el canal Quebrado de Moa, orientado al N-NE, cuyas profundidades alcanzan los 18 m, a través

de él se incorporan a la bahía el grueso de los flujos encargados de renovar las aguas marinas.

En la bahía se observa un gradiente vertical de estos parámetros hidrológicos que demuestra la presencia en la superficie de las aguas menos densas y salinas provenientes del escurrimiento terrestre y aguas con características oceánicas en las capas inferiores. Este comportamiento sugiere un mecanismo de circulación estuarina, con flujo de las aguas superficiales en dirección al océano y entrada de aguas oceánicas por los horizontes inferiores del océano a la bahía (Cervantes *et al.*, 2009).

Dinámica marina

La dinámica marina de la zona está determinada por la presencia de un acuatorio separado del océano Atlántico por Cayo Moa Grande y una barrera de bajos fondos, que limitan el intercambio al primer metro de profundidad, siendo la principal vía de comunicación con el mar abierto un canal orientado al norte-noreste, a través del cual se incorporan el grueso de los flujos oceánicos encargados de renovar las aguas de la cuenca e incidiendo en la costa de Cayo Moa Grande, dando lugar a que se produzca la erosión de la porción noreste del cayo.

En la dinámica marina es de vital importancia, sobre todo por la poca comunicación con el mar abierto, el aporte de agua que realiza el sistema fluvial y pluvial, el cual es mayor por las abundantes precipitaciones en la provincia climática Moa.

Los mayores volúmenes de agua fluvial a la cuenca marina litoral llegan a través de Río Moa. Estas aguas al llegar a la cuenca se desplazan en dirección noroeste, condicionado por tres causas fundamentales:

1. Imposibilidad de avanzar hacia el norte por la obstrucción que representa el banco de arena y la barrera arrecifal;
2. limitante topográfica impuesta en la parte oriental por el escollo que significa el sector de mayor levantamiento correspondiente al bloque El Toldo, situado al este de la desembocadura de río Moa;
3. las pequeñas corrientes marinas dentro de la cuenca tienen una dirección noroeste, condicionadas por los flujos de agua oceánica que penetran por el canal Quebrado de Moa y la acción de los vientos, que en el sistema local tienen

una mayor frecuencia de rumbos asociados al 1^{er} y 2^{do} cuadrante (norte-noreste y este-sureste), como se muestra en la Figura 2.

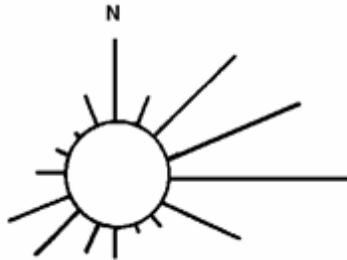


Figura 2. Dirección del promedio anual de los vientos en la zona de Moa.

Dinámica erosiva-acumulativa

Analizando los factores dinámicos de la cuenca marina litoral, su carácter de acuatorio cerrado o de muy poca comunicación con el mar abierto y la abundancia de sedimentos que a ella llegan, tanto los ferrolíticos provenientes de la erosión de las montañas elevadas que se encuentran en el sur como los detritos carbonatados de la erosión de la barrera coralina al norte, deberían suponerse un predominio de los procesos de sedimentación, mientras que la erosión sería prácticamente nula.

Sin embargo, aún cuando es la sedimentación el proceso que sigue predominando, se han puesto de manifiesto procesos erosivos, en ocasiones intensos, condicionados por la actividad antropogénica.

Dentro de esas actividades se pueden relacionar la apertura del canal que corta la barrera arrecifal para dar entrada a barcos de mayor calado. Al estar situado el canal muy cercano al extremo oriental de Cayo Moa Grande, la corriente entrante y saliente incide directamente sobre su costa, intensificando la erosión en todo su extremo oriental; mientras que en la propia parte sur de ese extremo se desarrollan barras de acumulación de dirección noroeste con los sedimentos dejados por la corriente y el oleaje en el proceso de refracción del oleaje ante las partes cóncavas del litoral.

Lo ocurrido en este extremo oriental de Cayo Moa Grande fue reforzado por una mala práctica de repoblación forestal con casuarina, árbol de elevada altura que provocó

corrientes circulares de aire que causaron la deflación de las arenas de playa, trasladándolas lejos del litoral, en dirección al mar.

En el litoral oriental de la bahía Cayo Moa también se han incrementado los procesos erosivos, en este caso por la acción de choque directo, hidráulico y de corrosión de la corriente de agua que entra por el canal Quebrado de Moa.

En el resto del área siguen predominando los procesos acumulativos, pero en todos los casos, intensificados por la acción antropogénica. Dos actividades asociadas con la minería, proceso productivo fundamental del entorno moense, contribuyen al aumento de la carga física en las aguas de la cuenca marina litoral.

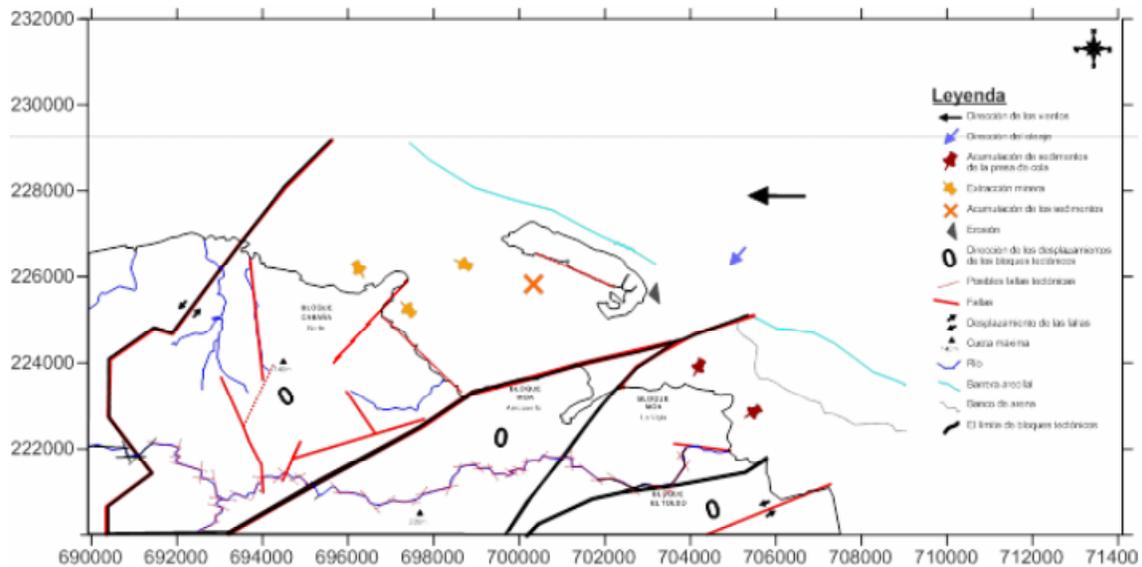


Figura 3. Mapa geodinámico de la cuenca marina litoral de Moa.

Otros cambios batimétricos en el fondo de la bahía están asociados al dragado del canal de acceso al puerto Moa, el cual se encuentra próximo a la porción este del cayo con profundidades de hasta 40 m.

La acción simultánea de procesos naturales y la actividad productiva ha colmatado de sedimentos el extremo occidental de la cuenca marina litoral, formándose barras de acumulación, tanto en una dirección paralela a Cayo Moa Grande como en una dirección transversal que tiende a unir el cayo con el litoral del municipio.

Como resultado de la combinación de los fenómenos geodinámicos naturales con los inducidos por la acción directa del hombre, la morfología y dinámica erosiva-acumulativa de la cuenca marina litoral moense han ido cambiando, trayendo como resultado, junto a la afluencia de residuales industriales, la pérdida progresiva de la barrera arrecifal y de la biodiversidad del ecosistema litoral.

Si bien puede pensarse que la barrera arrecifal queda incluida dentro del concepto de la biodiversidad del entorno, su destrucción trae consigo otros efectos que van más allá del campo de la ecología, pues la barrera coralina tributa a la defensa del territorio ante eventos meteorológicos extremos y permite la conservación de la línea de costa y las instalaciones socioeconómicas que en ella se encuentran.

Conclusiones

Las condiciones geomorfológicas de la cuenca marina litoral de Moa son de alta complejidad, determinada por los diferentes procesos geológicos que están condicionados por la tectónica del territorio al cual pertenece. En ella se encuentran tres de los bloques morfotectónicos de la región, manifestando cada uno de ellos direcciones diferenciadas de desplazamientos verticales y horizontales.

La dinámica erosivo-acumulativa en la cuenca ha estado condicionada por los procesos naturales del entorno y por la actividad antropogénica, responsable del aumento de la carga física que llega al acuatorio, como por la apertura y ensanchamiento del canal de acceso que atraviesa la barrera arrecifal. En consecuencia fueron determinadas las zonas donde predominan los procesos erosivos y aquellas donde predomina la sedimentación, así como los factores que las potenciaron.

La turbidez del agua, producto del aumento del material detrítico, la pobre circulación del agua en el acuatorio junto a la contaminación de las aguas son causa fundamental del deterioro de la barrera coralina, poniendo en riesgo la seguridad costera.

Recomendaciones

Recomendar al órgano de defensa municipal y al gobierno local desarrollar un sistema de manejo costero integrado, en el que tributen todos los organismos y empresas que

interfieren en la dinámica costera para evitar que se siga degradando la cuenca marina litoral e implementar proyectos para la recuperación de la misma.

Hacer cumplir las normas establecidas para el manejo de residuales a los organismos y empresas del entorno, de forma tal que no degraden los ecosistemas litorales.

Referencias bibliográficas

CERVANTES, Y. *ET AL.* 2009: Variación de la dinámica erosiva y acumulativa en Cayo Moa Grande, Bahía de Moa, Cuba. Período 1972–2007. *Minería y Geología* 25(4).

RODRÍGUEZ, A. 1998: Estilo tectónico y geodinámica de la región de Moa. *Minería y Geología* 15(2): 37-41.

* Trabajo turado por la Dra. C. Alina Rodríguez Infante y el M.Sc. Yosvanis Cervantes.